

**MAGNETIC DISK DEVICE AND MAGNETIC DISK**

Patent Number: JP10320705  
Publication date: 1998-12-04  
Inventor(s): ITOU KIYONARI  
Applicant(s): HITACHI LTD  
Requested Patent: JP10320705  
Application Number: JP19970131461 19970521  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G11B5/02  
EC Classification:  
Equivalents: JP3217296B2

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To preserve and improve reliability in a magnetic disk device using a magnetic disk fining magnetic particles and reducing a medium noise by giving it a function forming magnetization with a polarity opposite to recording magnetization of a recording track on a recording track adjacent area.

**SOLUTION:** The magnetization with the polarity opposite to the recording magnetization on the recording track 4 is formed on the area 5 adjacent to the recording track 4. That is, prior to signal recording onto the recording track 4, a current larger than a regular recording current value and with the polarity opposite to a recording current is made flow through a magnetic head 2 to be recorded. Then, a recording magnetized pattern cross over the recording track 4 and its adjacent area 5 is formed on a magnetic disk. Thereafter, a regular current value current is made flow through the magnetic head 2, and a signal is recorded on the same track in piles. Thus, the recording magnetized pattern magnetizing the adjacent area 5 of the recording track 4 to the polarity opposite to the recording track 4 is formed.

---

Data supplied from theesp@cenettest database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-320705

(43) 公開日 平成10年(1998)12月4日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 5/02

識別記号

F I

G 1 1 B 5/02

A

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平9-131461

(22) 出願日

平成9年(1997)5月21日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 伊藤 研也

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

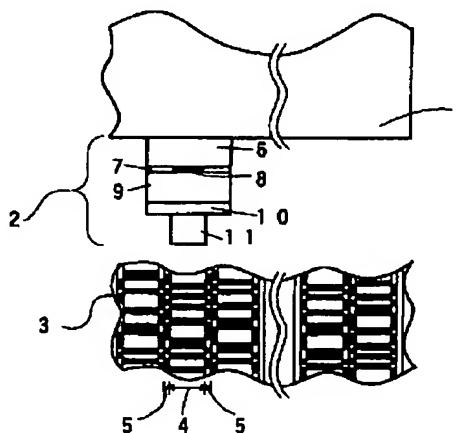
(74) 代理人 弁理士 平木 祐輔

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク装置及び磁気ディスク

(57) 【要約】

【課題】 磁気ディスク装置の高記録密度化と高信頼性化を共に実現する。

【解決手段】 記録トラック4上の記録磁化と逆極性の磁化を記録トラックに隣接する磁気記録媒体部分5に形成する。



- 1...ヘッドスライダ
- 2...磁気ヘッド
- 3...磁気記録媒体
- 4...記録トラック
- 5...記録トラック隣接領域
- 6...下部シールド
- 7...非磁性層
- 8...磁界突出用構造物
- 9...上部シールド
- 10...非磁性層
- 11...上部磁極

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を駆動する磁気記録媒体駆動手段と、前記磁気記録媒体に信号を記録／再生する第1の磁気ヘッドと、前記第1の磁気ヘッドを駆動する磁気ヘッド駆動手段と、前記第1の磁気ヘッドへの記録信号及び前記第1の磁気ヘッドからの再生信号を処理すると共に前記磁気記録媒体駆動手段及び前記磁気ヘッド駆動手段の制御信号を処理する制御回路系とを有する磁気ディスク装置において、記録トラックの記録磁化に対し極性が反対の磁化を前記記録トラックに隣接する領域に形成する機能を有することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 電流値が通常の値よりも大きく、かつ記録電流に対し極性が反対の電流を前記第1の磁気ヘッドに流して第1の記録を行い、その後、通常の電流値及び通常の極性を有する記録電流を前記第1の磁気ヘッドに流し、前記第1の記録に重ねて第2の記録を行う機能を有することを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項3】 前記第1の磁気ヘッドを正規の記録トラック位置より内周側及び外周側にトラックピッチと記録トラック幅との差以下の値だけ順次移動し、記録電流に対し極性が反対の電流を前記第1の磁気ヘッドに流して第1及び第2の記録を重ねて行い、その後、前記第1の磁気ヘッドを正規の記録トラック位置に移動し、通常の極性を有する記録電流を前記第1の磁気ヘッドに流し、前記第1及び第2の記録に重ねて第3の記録を行う機能を有することを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項4】 前記第1の磁気ヘッドにおける記録用磁極のトラック幅よりも大きいトラック幅を有する第2の磁気ヘッドを備えることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項5】 記録電流に対して極性が反対の電流を前記第2の磁気ヘッドに流して第1の記録を行い、その後、通常の極性を有する記録電流を前記第1の磁気ヘッドに流して前記第1の記録に重ねて第2の記録を行う機能を有することを特徴とする請求項4記載の磁気ディスク装置。

【請求項6】 前記第2の磁気ヘッドのコイルは前記第1の磁気ヘッドのコイルと巻線の向きが逆であることを特徴とする請求項4記載の磁気ディスク装置。

【請求項7】 トラックピッチと前記第1の磁気ヘッドのトラック幅との差以下のトラック幅を有する第2の磁気ヘッドを備えることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項8】 トラックピッチと前記第1の磁気ヘッドのトラック幅との差以下のトラック幅を有する第2の磁気ヘッドを2個備え、前記2個の第2の磁気ヘッドはトラック幅方向に前記第1の磁気ヘッドのトラック幅だけ

離して配置され、かつ、コイルを共用していることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項9】 前記第1の磁気ヘッドによって記録トラックに信号の記録を行う前あるいは後に、前記第2の磁気ヘッドによって記録トラックに隣接する領域に前記記録トラックの記録磁化に対して極性が反対の磁化を形成する機能を有することを特徴とする請求項7又は8記載の磁気ディスク装置。

【請求項10】 前記第2の磁気ヘッドのコイルは前記第1の磁気ヘッドのコイルと巻線の向きが逆であることを特徴とする請求項7又は8記載の磁気ディスク装置。

【請求項11】 前記第2の磁気ヘッドを前記第1の磁気ヘッドの内周トラック側及び外周トラック側に備えることを特徴とする請求項4～10のいずれか1項記載の磁気ディスク装置。

【請求項12】 前記磁気記録媒体は垂直媒体であることを特徴とする請求項1～11のいずれか1項記載の磁気ディスク装置。

【請求項13】 記録トラックに隣接する領域に、前記記録トラックに形成された記録磁化に対して逆極性の磁化が形成されていることを特徴とする磁気ディスク。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ディスク装置及び磁気ディスクに係り、特に信頼性を高めるのに適した磁気ディスク装置及び磁気ディスクに関する。

**【0002】**

【従来の技術】図14は、磁気ディスク装置の制御系及びホストコンピュータの制御系の一部の構成の従来例を示す概略図である。図14において、参照符号45は磁気ディスク装置の制御回路系を、参照符号35はホストコンピュータの制御系の一部を示す。この磁気ディスク装置制御回路系45は、インターフェース部36、リード／ライト制御部37、ヘッド位置決め制御部38、スピンドルモータ制御部39とからなり、インターフェース部36は、リード／ライト制御部37、ヘッド位置決め制御部38、スピンドルモータ制御部39、及びホストコンピュータ35内の磁気ディスク装置インターフェース部41にそれぞれ接続されている。さらに、リード／ライト制御部37は磁気ヘッド2に、ヘッド位置決め制御部38はヘッドキャリッジ31に、スピンドルモータ制御部39はスピンドルモータ32にそれぞれ接続されている。

【0003】ホストコンピュータ35からの指示が、ホストコンピュータ35内の磁気ディスク装置インターフェース部41から磁気ディスク装置制御系45のインターフェース部36に送られ、情報の記録／再生が行われる。記録／再生を行う場合には、まずスピンドルモータ32により磁気ディスクを回転し、次にヘッドキャリッジ31により磁気ヘッド2を所望のトラックに移動し、

次に磁気ヘッド2により記録磁化の形成(記録)及び検出(再生)を行う。これらの動作は、スピンドルモータ制御部39、ヘッド位置決め制御部38、及びリード/ライト制御部37によってそれぞれ制御されている。なお、上記のような構成の磁気ディスク装置に関しては、例えば「トランジスタ技術スペシャル ハードディスクとSCSI活用技術のすべて」(CQ出版社)第8頁に記載されている。

【0004】また、図12は従来の磁気ディスク装置における、磁気ヘッド摺動面形状及び磁気ディスクの記録磁化状態の概略説明図である。図12において、参照符号2は磁気ヘッドを示し、この磁気ヘッド2は記録用の電磁誘導型磁気ヘッドと再生用の磁気抵抗効果型ヘッドを組み合わせた記録再生分離型ヘッドである。ヘッドスライダ1上に下部シールド6が設けられ、下部シールド6上に非磁性層7が設けられ、非磁性層7内の磁界検出用構造物8と非磁性層7を介して上部シールド9が設けられ、上部シールド9上に非磁性層10が設けられ、さらに非磁性層10上に上部磁極11が設けられ、上部磁極11と上部シールド9とは所定のギャップ長となるように非磁性層10を挟んで対向して配置されている。なお、非磁性層10と上部磁極11の間の図示しない部分にコイル及び非磁性層が設けられている。更に、上部シールド9と上部磁極11は図示しない部分で接続されている。

【0005】磁界検出用構造物8を下部シールド6と上部シールド9で挟んだ部分が再生ヘッドとして働き、上部磁極11から上部シールド9までの部分が記録ヘッドとして働く。上記のような構成の磁気ヘッド2に関しては、例えば、IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, MAG 17 (1981)、2890～2892頁において論じられている。

【0006】また、図12において、参照符号3は磁気記録媒体を示す。この磁気記録媒体3では、記録トラック4に記録磁化が形成され、位置決め信号以外の一般の信号を記録する領域では、記録トラック間に意図的に磁化パターンが形成されることはない。このような構成の記録方式については、例えば、IEEE PRESS MAGNETIC STORAGE HANDBOOK、第2.11項において論じられている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、磁気ディスクの媒体ノイズを低減するために磁性粒子を微細化した結果、IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, MAG 32 (1996)、97～102頁において論じられているように、記録磁化が時間の経過と共に減少し、再生出力も減少することが明らかになった。再生出力が減少すると、記録された情報を誤りなく再生するのが困難になるため、装置としての信頼性を維持するのが困難になる。

【0008】本発明は、前記従来技術の問題点を解決

し、磁性粒子を微細化して媒体ノイズを低減した磁気ディスクを用いる磁気ディスク装置の信頼性を維持、向上することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による磁気ディスク装置は、記録トラックの記録磁化に対して極性が反対の磁化を記録トラックに隣接する領域に形成する機能を有することによって前記目的を達成する。また、本発明による磁気ディスクは、記録トラックに隣接する領域に、記録トラックに形成された記録磁化に対して逆極性の磁化が形成されていることを特徴とする。

【0010】すなわち、本発明による磁気ディスク装置は、磁気記録媒体と、磁気記録媒体を駆動する磁気記録媒体駆動手段と、磁気記録媒体に信号を記録/再生する第1の磁気ヘッドと、第1の磁気ヘッドを駆動する磁気ヘッド駆動手段と、第1の磁気ヘッドへの記録信号及び第1の磁気ヘッドからの再生信号を処理すると共に磁気記録媒体駆動手段及び磁気ヘッド駆動手段の制御信号を処理する制御回路系とを有する磁気ディスク装置において、記録トラックの記録磁化に対し極性が反対の磁化を記録トラックに隣接する領域に形成する機能を有することを特徴とする。磁気記録媒体は垂直媒体とするのが好ましい。

【0011】記録トラックの記録磁化に対し極性が反対の磁化を記録トラックに隣接する領域に形成することは、電流値が通常の値よりも大きく、かつ記録電流に対し極性が反対の電流を第1の磁気ヘッドに流して第1の記録を行い、その後、通常の電流値及び通常の極性を有する記録電流を第1の磁気ヘッドに流し、第1の記録に重ねて第2の記録を行うことで実現することができる。

【0012】第1の磁気ヘッドを正規の記録トラック位置より内周側及び外周側にトラックピッチと記録トラック幅との差以下の値だけ順次移動し、記録電流に対し極性が反対の電流を第1の磁気ヘッドに流して第1及び第2の記録を重ねて行い、その後、第1の磁気ヘッドを正規の記録トラック位置に移動し、通常の極性を有する記録電流を第1の磁気ヘッドに流し、第1及び第2の記録に重ねて第3の記録を行うことによっても、記録トラックの記録磁化に対し極性が反対の磁化を記録トラックに隣接する領域に形成することができる。

【0013】また、第1の磁気ヘッドにおける記録用磁極のトラック幅よりも大きいトラック幅を有する第2の磁気ヘッドを備え、記録電流に対して極性が反対の電流を第2の磁気ヘッドに流して第1の記録を行い、その後、通常の極性を有する記録電流を第1の磁気ヘッドに流して第1の記録に重ねて第2の記録を行うことによっても、記録トラックの記録磁化に対し極性が反対の磁化を記録トラックに隣接する領域に形成することができる。なお、第1の磁気ヘッドと第2の磁気ヘッドでコイルの巻線方向が逆の場合には、第1の磁気ヘッドに流す

電流と第2の磁気ヘッドに流す電流の極性を同じにする。

【0014】あるいは、トラックピッチと第1の磁気ヘッドのトラック幅との差以下のトラック幅を有する第2の磁気ヘッドを備え、第1の磁気ヘッドによって記録トラックに信号の記録を行う前あるいは後に、第2の磁気ヘッドによって記録トラックに隣接する領域に記録トラックの記録磁化に対して極性が反対の磁化を形成することによっても、記録トラックの記録磁化に対し極性が反対の磁化を記録トラックに隣接する領域に形成することができる。

【0015】また、トラックピッチと第1の磁気ヘッドのトラック幅との差以下のトラック幅を有する第2の磁気ヘッドを2個備え、2個の第2の磁気ヘッドをトラック幅方向に第1の磁気ヘッドのトラック幅だけ離して配置し、かつ、コイルを共用すると、記録トラックの両側の記録トラック隣接領域に記録トラックの磁化に対し極性が反対の磁化を1回の動作で記録することができる。

【0016】第2の磁気ヘッドのコイルは第1の磁気ヘッドのコイルと巻線の向きを逆にすることもできる。その場合には、第2の磁気ヘッドに流す電流の極性を第1の磁気ヘッドに流す電流の極性と同じにする。前記第2の磁気ヘッドは第1の磁気ヘッドの内周トラック側及び外周トラック側に設けてもよい。このように第1の磁気ヘッドの両側に第2の磁気ヘッドを備えると、磁気ヘッドのシーク範囲に限界がある場合においても、すべての記録トラックに対してその両側の記録トラック隣接領域に第2の磁気ヘッドを用いて極性が反対の磁化を形成することが可能になる。

【0017】このように、記録トラックに隣接する領域に記録トラックに形成された記録磁化に対して逆極性の磁化を形成すると、特に垂直媒体においては、両者の磁化が互いに強め合うため記録磁化を長時間安定に保つことができ、磁気ディスク装置としての信頼性を高めることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態につき、添付図面を参照しながら詳細に説明する。以下の図では、説明を簡単にするために、従来例を示す図12、図14と同じ機能部分には図12、図14と同じ符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【実施の形態1】図1は、本発明による磁気ディスク装置の一実施の形態の磁気ヘッド摺動面形状及び磁気ディスクの記録磁化状態の概略説明図である。図1において、ヘッドスライダ1、磁気ヘッド2及び磁気記録媒体3の構造については従来例と同一である。なお、図1では、磁気記録媒体3に形成される正の向きの磁化を白色で、負の向きの磁化を黒色で示してある。

【0019】記録トラック4上の記録磁化に対し、極性が反対の磁化が記録トラック4に隣接する領域5に形成

される。この例では、記録トラック4への信号の記録に先立ち、電流値が通常の記録電流値よりも大きく、かつ記録電流に対し極性が反対となる逆極性電流を磁気ヘッド2に流して記録を行い、その後に同一トラックに重ねて通常の電流で信号の記録を行うことにより、図1に示すような記録磁化状態を形成する。

【0020】本実施の形態による記録方式を、図2を用いて説明する。例えば図2(a)に示すような記録電流を磁気ヘッド2に流して磁気ディスクの記録トラック4に記録を行う場合、これに先立ち、図2(b)に示すような、図2(a)に対し極性が反対であり、かつ電流値が大きい逆極性電流を生成し、これを磁気ヘッド2に流して記録を行う。この段階で磁気ディスク上には、図2(c)に示すように、記録トラック4と記録トラック隣接領域5にまたがった記録磁化パターンが形成される。なお、図2でも正の向きの磁化を白色で、負の向きの磁化を黒色で示してある。この後、通常の電流値で図2(a)の電流を磁気ヘッド2に流して同一トラック上に重ねて信号を記録する。その結果、図2(d)に示すように、記録トラック隣接領域5が記録トラック4と逆極性に磁化された記録磁化パターンが形成される。

【0021】ここで、本実施の形態の記録方式を実現する磁気ディスク装置の一例について図11を用いて説明する。図11は本発明に係る磁気ディスク装置の概略構成図であり、(a)は平面図、(b)は平面図中にA-A'線で示した部分の断面図である。磁気ディスク装置30は、磁気ディスク3と、磁気ディスク3を回転駆動するスピンドルモータ32と、磁気ディスク3に信号を記録／再生する磁気ヘッド2と、磁気ヘッド2の基体であり磁気ヘッド2を磁気ディスク装置上で安定的に浮上もしくは接触させるヘッドスライダ1と、磁気ヘッド2を磁気ディスク3上で径方向に移動するためのいわゆるロータリーアクチュエータと呼ばれるヘッドキャリッジ31と、磁気ヘッド2への記録信号及び磁気ヘッド2からの再生信号を処理すると共にスピンドルモータ32及びヘッドキャリッジ31の制御信号を処理する制御回路系33を備える。

【0022】図13は、前記磁気ディスク装置の制御系の構成例を示すブロック図である。図13において参照符号33は磁気ディスク装置制御回路系を示し、この磁気ディスク装置制御回路系33は、記録電流反転回路42、記録電流増幅回路43、記録制御回路44、インターフェース部36、リード／ライト制御部37、ヘッド位置決め制御部38、及びスピンドルモータ制御部39からなる。記録制御回路44は、記録電流反転回路42、記録電流増幅回路43、インターフェース部36、及びリード／ライト制御部37、ヘッド位置決め制御部38、スピンドルモータ制御部39にそれぞれ接続されており、さらにインターフェース部36はリード／ライト制御部37及びヘッド位置決め制御部38及びスピ

ドルモータ制御部39にそれぞれ接続されている。記録電流反転回路42と記録電流増幅回路43は接続されており、さらにリード/ライト制御部37は磁気ヘッド2に、ヘッド位置決め制御部38はヘッドキャリッジ31に、スピンドルモータ制御部39はスピンドルモータ32にそれぞれ接続されている。

【0023】通常、再生を行う場合の動作は、従来例と同一である。まずスピンドルモータ32により磁気ディスクを回転し、次にヘッドキャリッジ31により磁気ヘッド2を所望のトラックに移動し、磁気ヘッド2により記録磁化の検出を行う。これらの動作は、スピンドルモータ制御部39、ヘッド位置決め制御部38、及びリード/ライト制御部37によってそれぞれ制御されている。

【0024】上記の通常動作を行うのに加えて、記録の際には、信号の記録に先立ち、電流値が通常の値よりも大きく、かつ記録電流に対し極性が反対となる逆極性電流を磁気ヘッド2に流して記録を行い、その後同一トラックに通常の電流で信号の記録を行うことにより、記録トラック4上の記録磁化に対し極性が反対の磁化を記録トラック間の領域、すなわち記録トラック隣接領域5に形成する。

【0025】この磁気ディスク装置における再生波形信号処理にはPRML方式を用い、磁気ヘッド2の位置決めにはサーボトラック位置決め方式を用いた。Co系スバック媒体を用いた磁気ディスク3の磁気特性は、残留磁化と磁性膜厚の積が150 G $\mu$ m (ガウスミクロン)、垂直方向保磁力が2000 Oe、磁性粒子の直径は約50 nm、スピンドルモータの回転数は7200 rpmである。磁気ヘッド2は記録用として自己誘導型ヘッド、再生用として磁気抵抗効果型ヘッドをそれぞれ用いた。記録ヘッドのトラック幅及びギャップ長はそれぞれ1.2  $\mu$ m及び0.4  $\mu$ mである。再生ヘッドのトラック幅及びギャップ長はそれぞれ1.0  $\mu$ m及び0.2  $\mu$ mである。面記録密度は1平方インチ当たり4ギガビットである。

【0026】このような構成の磁気ディスク装置を用いて、磁気ディスク3に線記録密度50 kFCIの信号を記録した場合における、再生出力の経過時間依存性の測定結果を、図15に特性曲線aとして示す。記録トラック隣接領域に逆極性の信号を記録しない従来の構成で同様の測定を行った場合の特性曲線bについても併せて示す。図15から、本実施の形態の記録方式の方が従来の記録方式よりも再生出力の経時変化が小さくなっていることが分かる。このように、本実施の形態の記録方式は再生出力の経時変化を抑制するのに有効であり、本実施の形態の磁気ディスク装置はトラック端部に逆極性の磁化を形成しない従来構成の磁気ディスク装置よりも信頼性を高めることができる。

【0027】なお、ここではリングヘッドを用いたが、

単磁極ヘッドを用いてもよい。また、本実施の形態では、図2(b)の逆極性電流による記録動作と、図2

(a)の通常の記録電流による記録動作を連続して行ったが、図2(b)の逆極性電流により、図2(c)に示したような記録トラック隣接領域5にまたがる逆極性の磁化パターンを一通り形成した後、ホストコンピュータから磁気ディスク装置への指示がない時間帯に、逆極性の記録磁化を検出して図2(a)の記録電流により図2(d)に示したように正極性電流の記録を重ねて行ってもよい。

【0028】その場合には、図2(c)に示したように逆極性電流による記録を行った状態のままになっている磁気ディスク上の領域についての情報を磁気ディスク装置のメモリに記憶しておく。その後、ホストコンピュータから磁気ディスク装置への指示がない時間帯に、その領域に磁気ヘッドを位置決めして図2(c)の磁化を読み取り、読み取った磁化と逆極性の磁化を通常の電流値で記録すればよい。

〔実施の形態2〕図3は、本発明による磁気ディスク装置の記録方式の他の例を示す説明図である。磁気ヘッド及び磁気記録媒体の構造は、実施の形態1と同一である。

【0029】例えば図3(a)に示すような電流を磁気ヘッド2に流して磁気ディスクに記録する場合、これに先立ち、磁気ヘッド2を正規の記録トラック4の位置より内周側に記録トラック間隔以下の値だけ移動し、図3(b)に示すような、図3(a)に対し極性が反対となる逆極性電流を磁気ヘッド2に流して記録を行う。この時点で磁気ディスク上には図3(c)に示すような記録磁化パターンが形成される。

【0030】次に、磁気ヘッド2を正規の記録トラック4の位置より外周側に記録トラック間隔以下の値だけ移動し、図3(b)に示すような逆極性電流を磁気ヘッド2に流して記録を行う。この時点で磁気ディスク上には図3(d)に示すような記録磁化パターンが形成される。この後、磁気ヘッド2を正規の記録トラック4の位置に移動し、図3(a)に示すような電流を磁気ヘッド2に流して信号を記録する。その結果、図3(e)に示すように、記録トラック4上の記録磁化に対し極性が反対の磁化が記録トラック隣接領域5に形成される。

【0031】図11に示す磁気ディスク装置を用い、制御回路系33において本実施の形態の記録方式を実施する制御を行ったところ、信号を記録した磁気記録媒体3に対する再生出力の経過時間依存性の測定結果は、図15に示した実施の形態1の特性曲線aと同等になった。このように、本実施の形態の記録方式も信頼性の維持に効果があった。

【0032】本実施例ではリングヘッドを用いたが、単磁極ヘッドを用いてもよい。また、ここでは、図3に示したような記録動作を連続して行ったが、実施の形態1

と同様に、図3(b)～(d)に示した逆極性電流による記録を一通り行った後、ホストコンピュータから磁気ディスク装置への指示がない時間帯に、逆極性の記録磁化を検出して図3(a)及び図3(e)に示した正極性電流の記録を行ってもよい。

〔実施の形態3〕図4は、本発明による磁気ディスク装置の他の実施の形態における磁気ヘッド摺動面形状及び磁気ディスクの記録磁化状態の概略説明図である。

【0033】ヘッドスライダ1上の第1の磁気ヘッド2と並列する位置に、第1の磁気ヘッド2の記録トラック幅より大きいトラック幅を有する第2の磁気ヘッド12が設けられている。信号の記録に先立ち、記録電流に対し極性が反対となる逆極性電流をトラック幅の大きな第2の磁気ヘッド12に流して記録を行い、その後、同一トラックに第1の磁気ヘッド2を用いて通常の極性の電流で重ねて信号の記録を行うことにより、磁気ディスク3上に図示するような記録磁化状態を形成する。

【0034】図7は、第2の磁気ヘッド12の一例を模式的に示す要部斜視図である。この第2の磁気ヘッド12は、ヘッドスライダ1上に形成された電磁誘導型磁気ヘッドである。この磁気ヘッド12は、酸化Al・炭化Tiを主成分とする焼結体であるヘッドスライダ1上に、下部磁極13とこれを覆うように非磁性層14が設けられると共に、非磁性層14上のコイル24と非磁性層25を介して上部磁極15が設けられ、上部磁極15と下部磁極13とは端部において所定のギャップ長となるように非磁性層14を挟んで対向して構成されている。なお、図中でコイル24は切断して示してあるが、実際は連続した平面スパイラルコイルを構成している。更に、下部磁極13と上部磁極15は図示しない部分で接続されている。

【0035】下部磁極13及び上部磁極15の磁極材料には、例えばCoNiFe合金膜を用いている。本実施の形態では、下部磁極13及び上部磁極15のトラック幅を、第1の磁気ヘッド2のトラック幅よりも大きい $1.4\mu\text{m}$ に設定した。また、第1の磁気ヘッド2と第2の磁気ヘッド12のコイルの巻線は同じ向きになるように形成されている。

【0036】第2の磁気ヘッド12の位置決めは、第1の磁気ヘッド2の位置を決めることによって行う。すなわち、磁気ヘッド2と磁気ヘッド12との間隔Lを予め測定しておき、磁気ヘッド12を位置決めしたい場合には、所望の位置から間隔Lだけずれた位置に磁気ヘッド2が移動するように磁気ヘッド2を位置決めする。これにより磁気ヘッド12が所望の位置に移動する。

【0037】図11に示す磁気ディスク装置の磁気ヘッドとして図4に示した磁気ヘッドを用い、制御回路系33において磁気ヘッド12もリード/ライト制御部37と接続し、本実施の形態の記録方式を実施する制御を行ったところ、信号を記録した磁気ディスク3に対する再

生出力の経過時間依存性の測定結果は、図15に示した実施の形態1の特性曲線aと同等になった。このように、本実施の形態の記録方式も信頼性の維持に効果があることが分かる。

【0038】なお、ここでは磁気ヘッド2の記録に要する部分及び磁気ヘッド12としてリングヘッドを用いたが、単磁極ヘッドを用いてもよい。また、ヘッドスライダ上に第2の磁気ヘッド12を複数設けることにより、特に磁気ヘッド2のトラック内周側と外周側に1個ずつ設けることにより磁気ディスクの内周から外周まで有効に使用することができる。

【0039】また、ここでは本記録方式に係る一連の動作を連続して行ったが、第2の磁気ヘッド12に逆極性電流を流して記録を行った後、ホストコンピュータから磁気ディスク装置への指示がない時間帯に、第1の磁気ヘッド2によって記録磁化を検出し、磁気ヘッド2に正極性電流を流して同一トラック及び同一セクタへの記録を行ってもよい。

〔実施の形態4〕図5は、本発明による磁気ディスク装置の他の実施の形態における磁気ヘッド摺動面形状及び磁気ディスクの記録磁化状態の概略説明図である。

【0040】この実施の形態では、ヘッドスライダ1上の磁気ヘッド2と並列する位置に、トラックピッチと記録再生に用いる第1の磁気ヘッド2の記録トラック幅との差以下のトラック幅、典型的にはトラックピッチと磁気ヘッド2のトラック幅との差の半分程度のトラック幅を有する第2の磁気ヘッド16を有している。第1の磁気ヘッド2によって信号を記録した後、信号が記録された記録トラックの記録磁化に対し極性が反対となる磁化を第2の磁気ヘッド16によって記録トラック隣接領域5に形成する。

【0041】図8は、第2の磁気ヘッド16の一例を模式的に示す要部斜視図である。第2の磁気ヘッド16は、ヘッドスライダ1上に形成された記録用の電磁誘導型磁気ヘッドである。この第2の磁気ヘッド16は、酸化Al・炭化Tiを主成分とする焼結体であるヘッドスライダ1上に、下部磁極17とこれを覆うように非磁性層18が設けられると共に、非磁性層18上のコイル26と非磁性層27を介して上部磁極19が設けられ、上部磁極19と下部磁極17とは端部において所定のギャップ長となるように非磁性層18を挟んで対向して構成されている。なお、図中でコイル26は切断して示してあるが、実際は連続した平面スパイラルコイルを構成している。更に、下部磁極17と上部磁極19は図示しない部分で接続されている。

【0042】下部磁極17及び上部磁極19の磁極材料には、例えばCoNiFe合金膜を用いている。本実施の形態では、下部磁極17及び上部磁極19のトラック幅を、トラックピッチと磁気ヘッド2のトラック幅との差の半分に等しい $0.2\mu\text{m}$ に設定した。また、第1の



磁気ヘッド2と第2の磁気ヘッド16のコイルの巻線は同じ向きになるように形成されている。

【0043】第2の磁気ヘッド16の位置決めは、第1の磁気ヘッド2の位置を決めることによって行う。すなわち、第1の磁気ヘッド2と第2の磁気ヘッド16との間隔Lを予め測定しておき、第2の磁気ヘッド16を位置決めしたい場合には所望の位置から間隔Lだけずれた位置に磁気ヘッド2が移動するように磁気ヘッド2を位置決めする。これにより第2の磁気ヘッド16が所望の位置に移動する。

【0044】図11に示す磁気ディスク装置に図5に示した磁気ヘッドを取り付け、制御回路系33において磁気ヘッド16もリード/ライト制御部37と接続し、本実施の形態の記録方式を実施する制御を行うようにしたところ、信号を記録した磁気ディスク3に対する再生出力の経過時間依存性の測定結果は、図15に示した実施の形態1の特性曲線aと同等になった。このように、本実施の形態の記録方式も信頼性の維持に効果があることが分かる。

【0045】また、本実施の形態では本記録方式に係る一連の動作を連続して行ったが、第1の磁気ヘッド2による信号の記録を一通り行った後、ホストコンピュータから磁気ディスク装置への指示がない時間帯に、第1の磁気ヘッド2によって記録磁化を検出し、磁気ヘッド16に電流を流して記録トラック隣接領域5への記録を行ってもよい。あるいは、初めに記録トラック4に隣接する領域5への磁気ヘッド16による記録を行い、次いで記録トラック4への磁気ヘッド2による記録を行っても良い。

〔実施の形態5〕図6は、本発明による磁気ディスク装置の他の実施の形態における磁気ヘッド摺動面形状及び磁気ディスクの記録磁化状態の概略説明図である。

【0046】ヘッドスライダ1上の第1の磁気ヘッド2と並列する位置にトラックピッチと磁気ヘッド2のトラック幅との差の半分程度のトラック幅を有する第2の磁気ヘッド20が2個設けられている。2個の第2の磁気ヘッド20は、コイルを共有する形で構成されており、第1の磁気ヘッド2によって記録トラック4に信号の記録を行った後、記録トラック4上に形成された記録磁化と逆極性の磁化を磁気ヘッド20によって記録トラック4に隣接した領域5に形成する。

【0047】図9は、第2の磁気ヘッド20の一例を模式的に示す要部斜視図である。第2の磁気ヘッド20は、ヘッドスライダ1上に形成された記録用の電磁誘導型磁気ヘッドである。この磁気ヘッド20は、酸化Al・炭化Tiを主成分とする焼結体であるヘッドスライダ1上に下部磁極21とこれを覆うように非磁性層22が設けられると共に、非磁性層22上のコイル28と非磁性層29を介して上部磁極23が設けられ、上部磁極23と下部磁極21とは端部において所定のギャップ長と

なるように非磁性層22を挟んで対向して構成されている。なお、図中でコイル28は切断して示してあるが、実際は連続した平面スパイラルコイルを構成している。更に、下部磁極21と上部磁極23は図示しない部分で接続されている。下部磁極21及び上部磁極23の磁極材料には、例えばCoNiFe合金膜を用いている。

【0048】本実施の形態では、下部磁極21及び上部磁極23のトラック幅を、トラックピッチと磁気ヘッド2のトラック幅との差の半分に等しい $0.2\mu\text{m}$ に設定した。摺動面における左右磁極間の間隔はトラック幅に等しい $1.2\mu\text{m}$ とした。また、第1の磁気ヘッド2と第2の磁気ヘッド20のコイルの巻線は同じ向きになるように形成されている。

【0049】第2の磁気ヘッド20の位置決めは、磁気ヘッド2の位置を決めることによって行う。すなわち、第1の磁気ヘッド2と第2の磁気ヘッド20との間隔Lを予め測定しておき、第2の磁気ヘッド20を位置決めしたい場合には、所望の位置から間隔Lだけずれた位置に第1の磁気ヘッド2が移動するように第1の磁気ヘッド2を位置決めする。これにより第2の磁気ヘッド20が所望の位置に移動する。

【0050】図11に示す磁気ディスク装置に図6に示した磁気ヘッドを取り付け、制御回路系33において第2の磁気ヘッド20もリード/ライト制御部37と接続し、本実施の形態の記録方式を実施する制御を行うようにしたところ、信号を記録した磁気ディスク3に対する再生出力の経過時間依存性の測定結果は、図15に示した実施の形態1の特性曲線aと同等になった。このように、本実施の形態の記録方式も信頼性の維持に効果があることが分かる。

【0051】なお、ここでは磁気ヘッド2の記録に要する部分及び磁気ヘッド20としてリングヘッドを用いたが、単磁極ヘッドを用いてもよい。また、ヘッドスライダ上に磁気ヘッド20を複数設けることにより、特に磁気ヘッド2の両側に対すつ設けることにより磁気ディスクの内周から外周まで有効に使用できる。また、本実施の形態では本記録方式に係る一連の動作を連続して行ったが、第1の磁気ヘッド2による信号の記録を一通り行った後、ホストコンピュータから磁気ディスク装置への指示がない時間帯に、磁気ヘッド2によって記録磁化を検出し、磁気ヘッド20に逆極性電流を流して記録トラックに隣接する磁気記録媒体部分への記録を行ってもよい。あるいは、初めに記録トラック4に隣接する磁気記録媒体部分5への磁気ヘッド20による記録を行い、次いで記録トラック4への磁気ヘッド2による記録を行っても良い。

〔実施の形態6〕図10は、本発明による磁気ディスク装置の他の実施の形態における、ヘッドスライダの流出端側から見た第1の磁気ヘッド及び第2の磁気ヘッドのコイル形状の概略構成図である。第1の磁気ヘッドのコ



イル46の巻線と第2の磁気ヘッドのコイル47の巻線は向きが逆になるように形成されている。この場合、双方のヘッドに同極性の電流を流しても、発生するヘッド磁界の向きは逆になる。

【0052】本実施の形態の磁気ディスク装置は、図4に示すように、記録再生に用いる第1の磁気ヘッド2の記録トラック幅より大きいトラック幅を有する第2の磁気ヘッド12を有して成り、信号の記録に先立ち、記録電流を第2の磁気ヘッド12に流して記録を行い、その後、同一トラック及び同一セクタに第1の磁気ヘッド2に記録電流を流して信号の記録を行うことにより、図1に示すような記録磁化状態を形成する。

【0053】図11に示す磁気ディスク装置に、本実施の形態の磁気ヘッドを取り付け、制御回路系33において第2の磁気ヘッド12もリード/ライト制御部に接続し、本実施の形態の記録方式を実施する制御を行うようにしたところ、信号を記録した磁気ディスク3に対する再生出力の経過時間依存性の測定結果は、図15に示した実施の形態1の特性曲線aと同等になった。このように、本実施の形態の記録方式も信頼性の維持に効果があることが分かる。

【0054】なお、ここでは第1の磁気ヘッドの記録に要する部分及び第2の磁気ヘッドとしてリングヘッドを用いたが、単磁極ヘッドを用いてもよい。また、ヘッドスライダ1上に第2の磁気ヘッド12を複数設けることにより、特に磁気ヘッド2の内周トラック側及び外周トラック側に第2の磁気ヘッドを1個ずつ設けることにより磁気ディスクの内周から外周までを有効に利用できる。

【0055】また、本実施の形態では本記録方式に係る一連の動作を連続して行ったが、第2の磁気ヘッドに記録電流を流して記録を行った後、ホストコンピュータから磁気ディスク装置への指示がない時間帯に、第1の磁気ヘッドによって記録磁化を検出し、第1の磁気ヘッドに記録電流を流して同一トラック及び同一セクタへの記録を行ってもよい。

【0056】また、図4に示したヘッドに代えて、トラックピッチと第1の磁気ヘッドの記録トラック幅との差以下のトラック幅を有する第2の磁気ヘッドを有する図5又は図6に示した構造のヘッドを用いてもよい。

【0057】

【発明の効果】本発明によると、記録磁化の経時変化を抑制でき、磁気ディスク装置の高記録密度化と信頼性の維持を共に実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気ディスク装置に用いられる磁気ヘッド摺動面形状及び磁気ディスクの記録磁化状態の一実施の形態を示す概略構成図。

【図2】本発明による磁気ディスク装置に用いられる記録方式の一実施の形態の磁気記録過程を模式的に示す説

明図であり、(a)及び(b)は記録電流波形図、

(c)及び(d)は磁気記録媒体の記録磁化状態図。

【図3】本発明による磁気ディスク装置に用いられる記録方式の他の実施の形態の磁気記録過程を模式的に示す説明図であり、(a)及び(b)は記録電流波形図、

(c)～(e)は磁気記録媒体の記録磁化状態図。

【図4】本発明による磁気ディスク装置に用いられる磁気ヘッド摺動面形状及び磁気ディスクの記録磁化状態の他の実施の形態を示す概略構成図。

【図5】本発明による磁気ディスク装置に用いられる磁気ヘッド摺動面形状及び磁気ディスクの記録磁化状態の他の実施の形態を示す概略構成図。

【図6】本発明による磁気ディスク装置に用いられる磁気ヘッド摺動面形状及び磁気ディスクの記録磁化状態の他の実施の形態を示す概略構成図。

【図7】本発明による第2の磁気ヘッドの一例を示す要部斜視図。

【図8】本発明による第2の磁気ヘッドの他の例を示す要部斜視図。

【図9】本発明による第2の磁気ヘッドの他の例を示す要部斜視図。

【図10】本発明による第1の磁気ヘッド及び第2の磁気ヘッドにおける、ヘッドスライダの流出端側から見たコイルの形状の一例を示す概略構成図。

【図11】本発明による磁気ヘッド及び記録方式を備えた磁気ディスク装置の一例を示す概略構成図であり、(a)は平面図、(b)は平面図中にA-A'線で示した部分の断面図。

【図12】磁気ディスク装置に用いられる磁気ヘッド摺動面形状及び磁気ディスクの記録磁化状態の従来例を示す概略構成図。

【図13】本発明による磁気ディスク装置に用いられる制御回路系の一例を示すブロック図。

【図14】磁気ディスク装置に用いられる制御回路系の従来例を示すブロック図。

【図15】本発明による磁気ヘッド及び記録方式を備えた磁気ディスク装置における、線記録密度50kFCIの信号の再生出力の経過時間依存性を従来例と比較して示す特性線図。

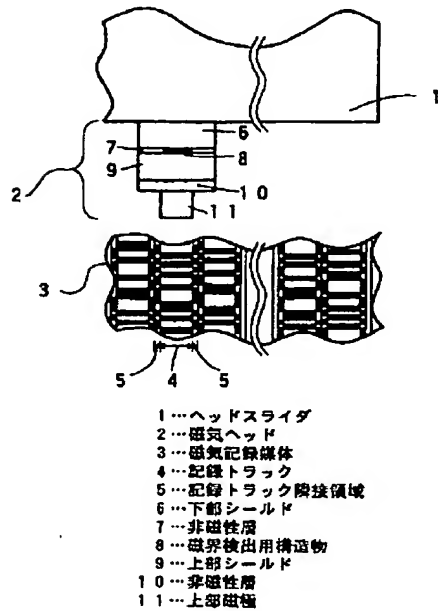
【符号の説明】

1…ヘッドスライダ、2…磁気ヘッド、3…磁気記録媒体、4…記録トラック、5…記録トラック隣接領域、6…下部シールド、7…非磁性層、8…磁界検出構造物、9…上部シールド、10…非磁性層、11…上部磁極、12…磁気ヘッド、13…下部磁極、14…非磁性層、15…上部磁極、16…磁気ヘッド、17…下部磁極、18…非磁性層、19…上部磁極、20…磁気ヘッド、21…下部磁極、22…非磁性層、23…上部磁極、24…コイル、25…非磁性層、26…コイル、27…非磁性層、28…コイル、29…非磁性層、30…磁気デ

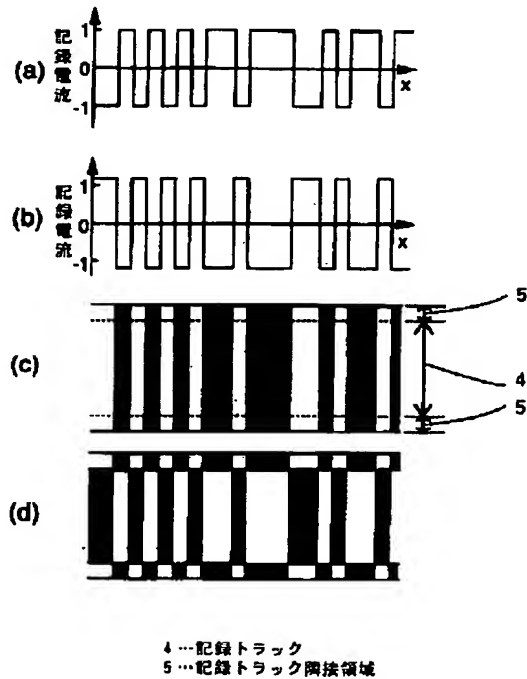
ディスク装置、31…ヘッドキャリッジ、32…スピンドルモータ、33…制御回路系、35…ホストコンピュータ、36…インターフェース部、37…リード/ライト制御部、38…ヘッド位置決め制御部、39…スピンドル

ルモータ制御部、41…磁気ディスク装置インターフェース部、42…記録電流反転回路、43…記録電流増幅回路、44…記録制御回路、45…制御回路系、46…コイル、47…コイル

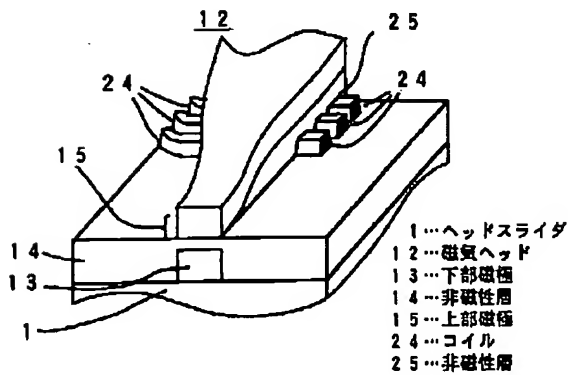
【図1】



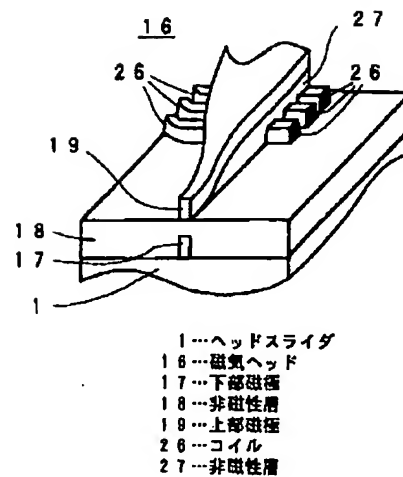
【図2】



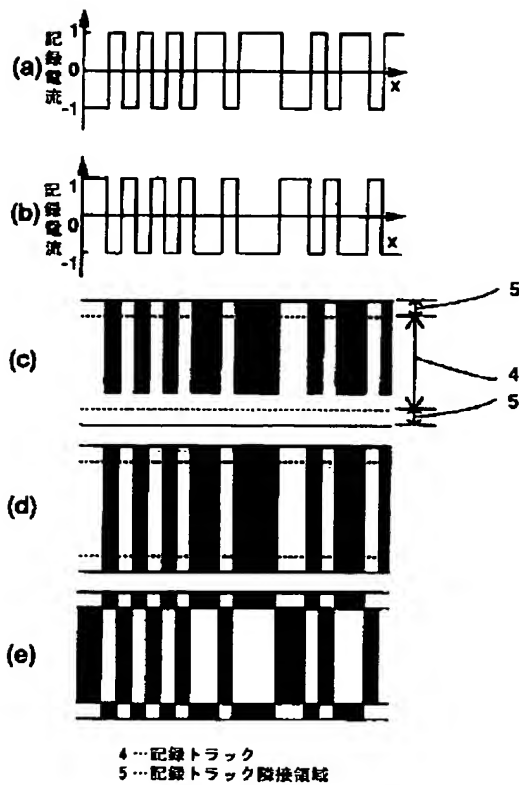
【図7】



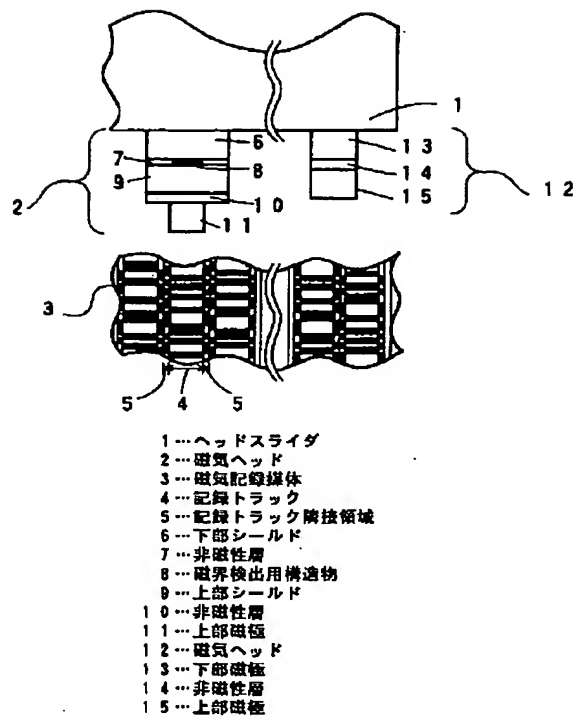
【図8】



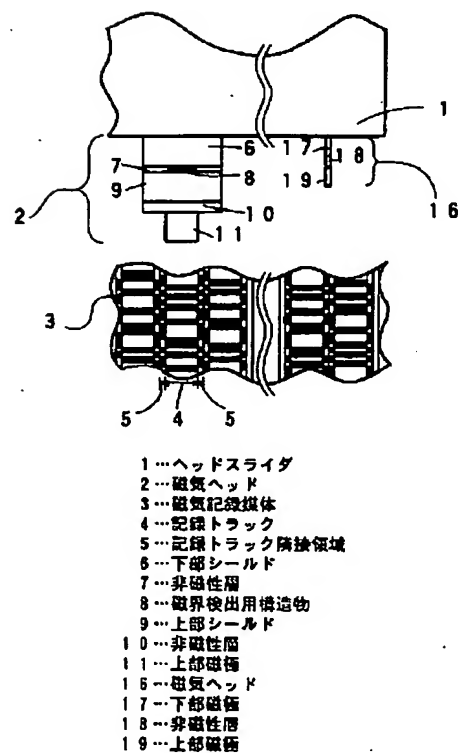
【図 3】



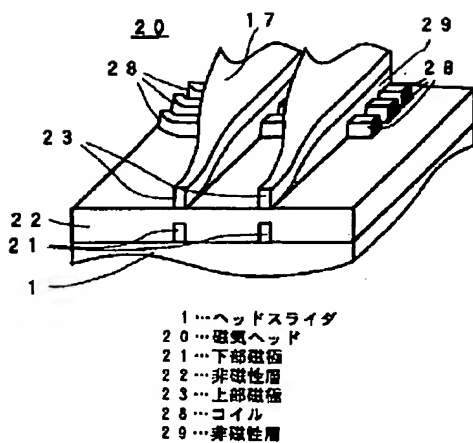
【図 4】



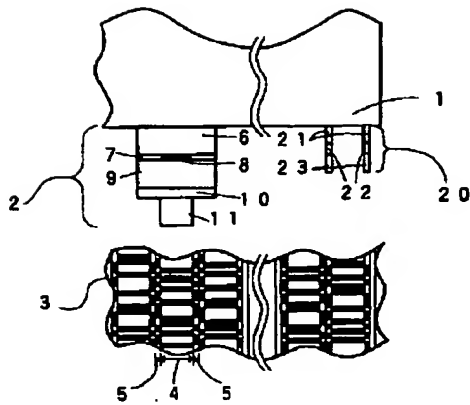
【図 5】



【図 9】

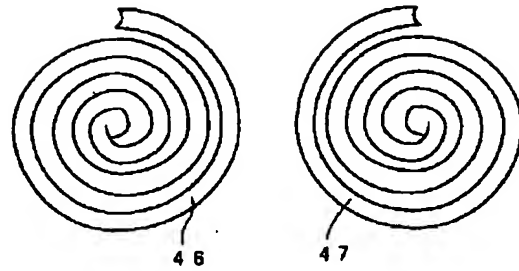


【図6】



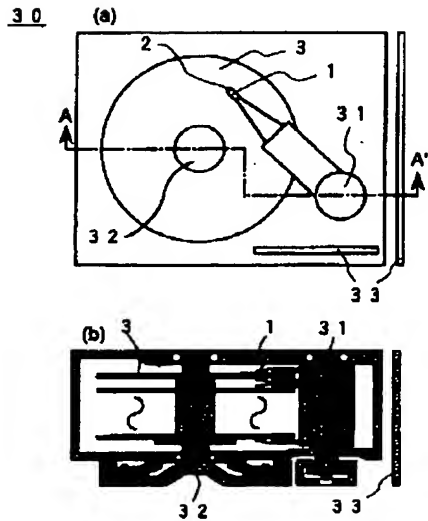
- 1…ヘッドスライダ  
2…磁気ヘッド  
3…磁気記録媒体  
4…記録トラック  
5…記録トラック隣接領域  
6…下部シールド  
7…非磁性層  
8…磁界検出用構造物  
9…上部シールド  
10…非磁性層  
11…上部磁極  
20…磁気ヘッド  
21…下部磁極  
22…非磁性層  
23…上部磁極

【図10】



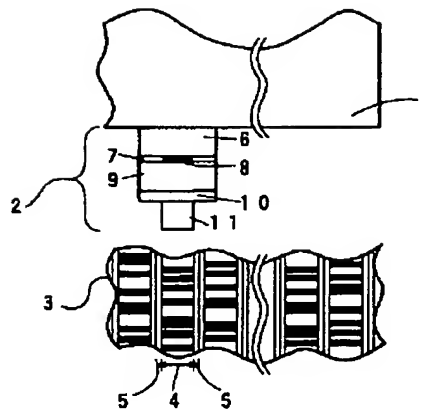
- 46…第1の磁気ヘッドのコイル  
47…第2の磁気ヘッドのコイル

【図11】



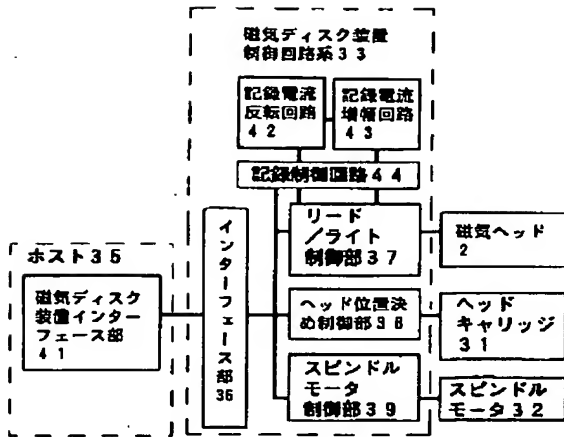
- 1…ヘッドスライダ  
2…磁気ヘッド  
3…磁気記録媒体  
30…磁気ディスク装置  
31…ヘッドキャリッジ  
32…スピンドルモータ  
33…制御回路系

【図12】

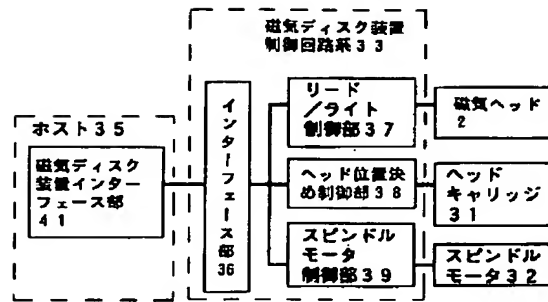


- 1…ヘッドスライダ  
2…磁気ヘッド  
3…磁気記録媒体  
4…記録トラック  
5…記録トラック隣接領域  
6…下部シールド  
7…非磁性層  
8…磁界検出用構造物  
9…上部シールド  
10…非磁性層  
11…上部磁極

【図13】



【図14】



【図15】

